蝶と蛾 *Trans. lepid. Soc. Japan* **48** (4): 217-222, Novenber 1997

ジャコウアゲハ宮古島亜種と他の2亜種（原名亜種，八重山亜種）との交雑実験について

瀬田　和明

121　足立区保木間 2-17-1　足立区生物園

A study on hybridization of *Byasa alcinous miyakoensis* Omoto and two other subspecies (*B. a. alcinous* and *B. a. bradanus*)

(Lepidoptera, Papilionidae)

Kazuaki Seta

Biopark of Adachi, Tokyo, 2-17-1, Hokima, Adachi-ku, Tokyo, 121 Japan

Abstract Hybridization of *Byasa alcinous miyakoensis* Omoto and two other subspecies (*B. a. alcinous* and *B. a. bradanus*) was studied. All hydrids proved to be fertile, but F_1 hybrid females between *B. a. alcinous* female and *B. a. miyakoensis* male suffered an impediment in their developmental process.

Key words Hybridization, *Byasa alcinous alcinous, Byasa alcinous miyakoensis, Byasa alcinous bradanus.*

はじめに

我が国におけるジャコウアゲハ *Byasa alcinous* (Klug) は九州以北に分布する原名亜種 ssp. *alcinous* (Klug)，屋久島と種子島に分布する屋久島・種子島亜種 ssp. *yakushimana* (Esaki & Umeno)，奄美大島から沖縄諸島にかけて分布する奄美・沖縄亜種 ssp. *loochooana* (Rothschild)，宮古諸島に分布する宮古島亜種 ssp. *miyakoensis* Omoto，八重山諸島に分布する八重山亜種 ssp. *bradanus* (Fruhstorfer) に区分されている．これら5亜種は成虫の翅形や色彩，蛹の色彩などが異なっている．このなかで，宮古諸島に分布する宮古島亜種の成虫は，腹部や後翅裏面の斑紋列は黄褐色，メスの翅表は淡黄褐色という特徴を持ち，南西諸島に分布する亜種のなかでも特異的な存在である．色彩以外の形質は八重山亜種とほとんど同一であるが，成虫の色彩は，むしろ原名亜種に近いほどである．これら宮古島亜種に特異的な変異が，他の亜種と遺伝的にどのような関係にあるのか興味深い問題である．そこで，筆者は宮古島亜種と原名亜種，宮古島亜種と八重山亜種との交雑実験を行い，いくつかの知見を得ることができたので報告する．

材料および方法

ジャコウアゲハ原名亜種は東京都日野市，宮古島亜種は宮古島，八重山亜種は石垣島で採集されたメスから採卵し，累代飼育したものを使用した．飼育は足立区生物園の飼育室で行なった．飼育室内の照明時間は1日14.5時間，室温は23-26℃に設定した．交雑はハンドペアリング法で行い，採卵は蛍光灯下のガラス円筒の中のフラスコに水を入れて食草をさし，ナイロンメッシュをかぶせた中で行なった．採卵用の食草はリュウキュウウマノスズクサを用いた．採卵した卵はプラスチック容器にいれて保管し，孵化した幼虫はプラスチックカップ内の食草上で飼育した．カップ当たりの幼虫数は1，2齢が10-15頭，3齢で6-9頭，4齢で3-4頭と順次減らし，終齢では1頭となるようにした．幼虫の食草にはオオバウマノスズクサまたはリュウキュウウマノスズクサを用いた．成虫は飼育室の隣の普通照明の部屋に吹流しに入れて飼育した．これらの成虫には毎日10％に薄めた蜂蜜を与えた．

結 果

交雑実験の結果を Table 1, F_1 の生育速度を Table 2 に示す.

1) 宮古島亜種と原名亜種の交雑

宮古島亜種をメスとした組合せの F_1, F_2 は雌雄ともに生育は良好で, 生殖能力を有していることを確認した.

これに対して, 原名亜種をメスとした組合せでは, F_1, F_2 の雌雄が生殖能力を有することは確認できたが, F_1 の雌雄ではその生育速度に差異が生じた. すなわち, F_1 のオスは良好に生育するが, メスの幼虫はオスの蛹化に先立って 5 回目の脱皮をし, 巨大な 6 齢幼虫となった (Fig. 1). この巨大幼虫たちは, オスに約 1 週間遅れて巨大な蛹 (Fig. 2) となり, 大型のメスの成虫が羽化したが, 蛹化や羽

Table 1. Hybridization of three subspecies of *Byasa alcinous*.

Combination	No. of eggs laid	No. of eggs hatched	No. of pupal product	No. of off springs male	female
alcinous ♀×*miyakoensis* ♂	47	46	43	20	10
alcinous ♀×*miyakoensis* ♂	55	53	50	27	13
F_1*♀×F_1*♂	42	39	34	18	10
miyakoensis ♀×*alcinous* ♂	36	33	28	14	13
F_1**♀×F_1**♂	51	50	47	17	26
miyakoensis ♀×*bradanus* ♂	33	33	26	11	15
F_1***♀×F_1***♂	29	28	17	8	9
bradanus ♀×*miyakoensis* ♂	28	21	16	6	6
F_1****♀×F_1****♂	40	39	32	10	21

*F_1 between *alcinous* ♀×*miyakoensis* ♂
**F_1 between *miyakoensis* ♀×*alcinous* ♂
***F_1 between *miyakoensis* ♀×*bradanus* ♂
****F_1 between *bradanus* ♀×*miyakoensis* ♂

Table 2. Developmental period of hydrids between three subspecies of *Byasa alcinous*.

Combination	sex	larval day Mean	S.D.	pupal day Mean	S.D.	hatch-emerg. Mean	S.D.
alcinous ♀×*miyakoensis* ♂	male	18.50	0.50	12.15	0.36	30.65	0.48
	female	26.50	1.12	15.25	0.43	41.75	1.09
alcinous ♀×*miyakoensis* ♂	male	19.04	0.74	11.19	0.47	30.22	0.83
	female	26.11	1.29	15.11	1.20	41.22	2.30
miyakoensis ♀×*alcinous* ♂	male	19.64	0.81	13.21	0.41	32.86	0.91
	female	20.38	0.62	13.15	0.77	33.77	0.97
miyakoensis ♀×*bradanus* ♂	male	22.64	0.48	14.09	0.51	36.73	0.45
	female	25.13	1.20	14.60	0.49	39.33	1.12
bradanus ♀×*miyakoensis* ♂	male	21.50	1.61	13.50	0.76	35.00	2.00
	female	24.17	1.34	14.33	0.47	38.50	1.26
alcinous ♀×*alcinous* ♂	male	19.47	1.83	11.89	0.87	31.56	2.01
	female	22.13	2.32	13.25	0.83	35.38	2.96
miyakoensis ♀×*miyakoensis* ♂	male	20.56	1.00	13.31	0.46	33.88	1.05
	female	23.00	1.22	14.75	0.43	37.63	1.32
bradanus ♀×*bradanus* ♂	male	20.00	1.00	13.38	0.48	33.34	1.11
	female	22.14	0.99	14.14	0.64	36.29	1.03

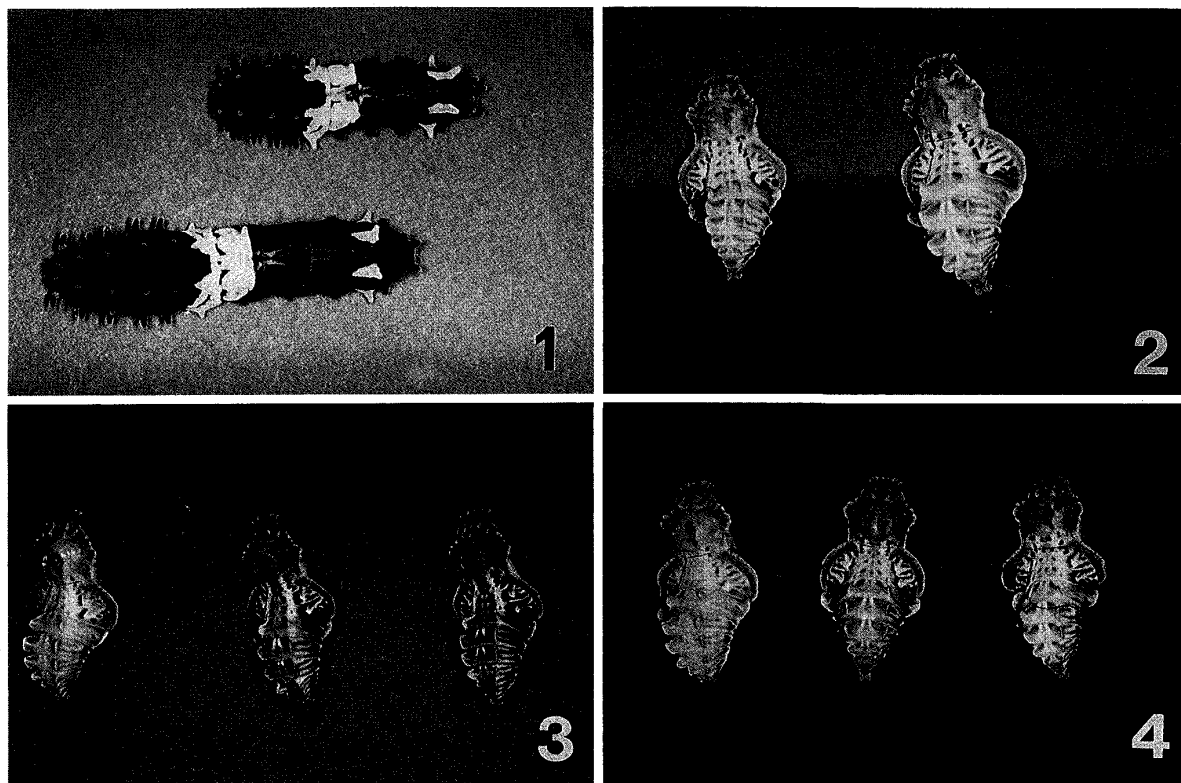



Fig. 1. Giant larva (female of F_1 hybrid between *B. a. alcinous* female and *B. a. miyakoensis* male) and normal sized larva (*B. a. alcinous*).
Fig. 2. Giant pupa and normal sized pupa (F_1 hybrid between *B. a. alcinous* female and *B. a. miyakoensis* male).
Fig. 3. Pupae of three subspecies (left : *B. a. alcinous* ; center : *B. a. miyakoensis* ; right : *B. a. bradanus*).
Fig. 4. Pupae of F_2 hybrids between *B. a. alcinous* and *B. a. miyakoensis*.

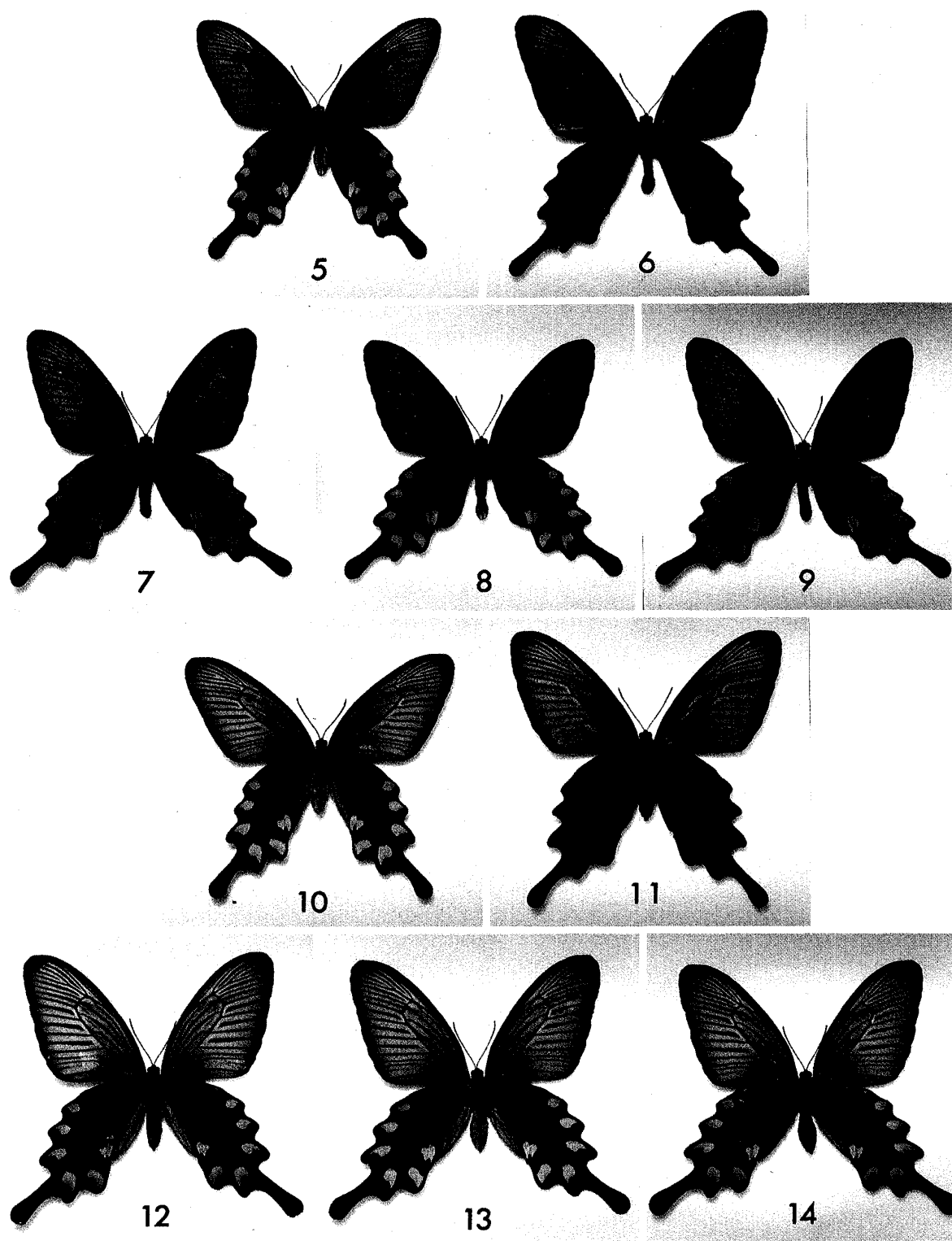
化に失敗する個体が続出した．なお，この巨大な蛹はその半数以上が休眠した．F_2 もオスはすべて良好に生育したが，メスにはオスと同等の速度，脱皮回数で生育するものと，F_1 のメスのように脱皮回数に異常を生じるものが現われた．

原名亜種と宮古島亜種，八重山亜種の間では蛹の色彩が異なっているが (Fig. 3), F_1 については，交雑の組合せ，蛹の大小にかかわらず，蛹の色彩は黄褐色だった (Fig. 2). ただし，休眠蛹についてはやや褐色が強い傾向にあった．なお，休眠蛹を生じたのは，原名亜種をメスとした組合せのメスだけであり，同じ組合せのオスと，宮古島亜種をメスとした組合せでは休眠蛹は生じなかった．F_2 の蛹の色彩は，原名亜種に近い黄色のものから宮古島亜種に近い茶褐色のものまで変化に富んでいた (Fig. 4).

成虫の形質は，F_1 は両者の中間的なもので安定していたが，F_2 は個体差が大きく，原名亜種に近いものから宮古島亜種にに近いものまでが発生した．

2) 宮古島亜種と八重山亜種の交雑

宮古島亜種と八重山亜種の交雑では，交雑の組合せにかかわらず，F_1, F_2 は雌雄とも良好に生育し，生殖能力を有することを確認した．原名亜種のメスと宮古島亜種のオスを交雑したときの F_1 のメスのように脱皮回数に異常を生じる個体はなかった．

宮古島亜種と八重山亜種の成虫では，色彩以外の形質はほとんど同一だが，色彩は大きく異なっている (Figs 5, 6, 10, 11). F_1 の翅の地色と斑紋の色彩は，両者の中間的なものであるが，腹部は赤色が強

Figs 5–9. *Byasa alcinous miyakoensis*, *B. a. bradanus* and F_1, F_2 hybrid between *B. a. miyakoensis* female and *B. a. bradanus* male (male, underside). 5. *B. a. miyakoensis*. 6. *B. a. bradanus*. 7. F_1 hybrid. 8. F_2 hybrid. 9. F_2 hybrid.

Figs 10–14. *Byasa alcinous miyakoensis*, *B. a. bradanus* and F_1, F_2 hybrid between *B. a. miyakoensis* female and *B. a. bradanus* male (female, underside). 10. *B. a. miyakoensis*. 11. *B. a. bradanus*. 12. F_1 hybrid. 13. F_2 hybrid. 14. F_2 hybrid.

く，八重山亜種に近い (Figs 7, 12). F_1 では個体差は少なく，形質は安定していた．これに対して F_2 は翅の地色，斑紋，腹部とも色彩は個体差が大きかった．メスは両者の中間的なものが多かったが (Figs 13, 14)，オスは宮古島亜種に近いものと八重山亜種に近いものまでが発生した (Figs 8, 9).

考　察

ジャコウアゲハ宮古島亜種は，我が国に産するジャコウアゲハのなかでも特異的な存在である．メスの成虫の翅の地色や，雌雄の成虫の腹部の色彩は南西諸島産としては異例の淡黄褐色となり，色彩的には九州以北に分布する原名亜種に近いほどである．しかし，色彩以外の成虫の形質や，蛹の色などは南西諸島最南端に分布する八重山亜種とほとんど同一である．そこで，これらの地理的変異が，遺伝的にどのような関係があるか検討するために，原名亜種と宮古島亜種，宮古島亜種と八重山亜種との間で交雑実験を行なった．

宮古島亜種と八重山亜種の交雑実験では，交雑の組合せにかかわらず，F_1, F_2 の生育は良好で，生殖能力を有していることを確認した．両者は成虫の色彩に大きな違いがあるものの，交雑による生育障害はなく，遺伝的には大きな違いはないものと考えられる．色彩については，F_1, F_2 とも両者の中間的な色彩であるが，F_1 の腹部が赤色となることから，メンデルの法則のようにはっきりしてはいないものの，八重山亜種の色彩が優性な傾向にあるのではないかと考えられる．これに対して，原名亜種と宮古島亜種の交雑実験では，原名亜種をメスとした場合，F_1 のメスに脱皮回数に異常が発生し，雌雄の羽化時期に大きな差が生じた．このような生育異常は，原名亜種と八重山亜種の交雑実験でも確認されており (瀬田，1996)，原名亜種と宮古島，八重山両亜種との間にはかなり大きな遺伝的差異があるものと考えられる．

ジャコウアゲハの交雑実験例としては，この他にも原名亜種と奄美・沖縄亜種との交雑で，F_1 雌雄の羽化時期に差がみられたことが報告されている (安達，1994)．奄美・沖縄亜種の蛹の色は宮古島亜種，八重山亜種と同様であり，今後，他の亜種との交雑実験ができれば興味深い知見が得られるのではないかと思われる．ジャコウアゲハ以外のチョウで，亜種間交雑によって，遺伝的な検討が行なわれた例としては，カラスアゲハ (浜，1977，阿江，1990，脇，1986*a*, *b*, *c*, 1987*a*, *b*, *c*) の例があげられる．脇は，八重山諸島産のカラスアゲハと本州産のカラスアゲハの間では，F_1 のメスが生殖能力を有しないという結果を得ている (脇，1986*a*, *c*, 1987*b*)．ジャコウアゲハの場合は，九州以北に分布する原名亜種と，宮古島亜種，八重山亜種との間には大きな遺伝的差異があると考えられるものの，F_1, F_2 は雌雄ともに，生殖能力を有しているため，その変異の大きさは，カラスアゲハに比べると小さい．しかし，カラスアゲハと同様に，ジャコウアゲハにも八重山諸島，宮古諸島に分布する亜種と，日本本土に分布する亜種との間に大きな遺伝的差異が存在することは，日本列島のアゲハチョウの系統進化を考える上で，興味深い知見となるものと思われる．

謝　辞

今回の実験を行なうにあたり食草の栽培，幼虫の飼育などにご協力いただいた足立区生物園の方々，ならびに各地のジャコウアゲハを提供していただいた多摩動物公園昆虫生態園の三枝博幸氏，宮古パラダイスの下地英嗣氏，石垣島の深石隆司氏にあつくお礼申し上げる．

引用文献

安達昌城，1994．奄美大島産ジャコウアゲハについての二，三の知見．日本鱗翅学会第 40 回大会講演要旨．やどりが (157)：15.
阿江　茂，1990．主として交雑によるカラスアゲハ群の研究．蝶と蛾 **41**：13–19.
瀬田和明，1996．ジャコウアゲハ原名亜種と八重山亜種の交雑実験について．蝶と蛾 **47**：189–193.
浜　祥明，1977．オキナワカラスアゲハとカラスアゲハの交配の結果およびカラスアゲハ各亜種の終齢幼虫について (日本鱗翅学会第 24 回大会一般講演要旨)．蝶と蛾 **28**：171.
脇　一郎，1986*a*．カラスアゲハ，その変異の実態を探る I．昆虫と自然 **21** (10)：4–8.
————，1986*b*．カラスアゲハ，その変異の実態を探る II．昆虫と自然 **21** (11)：11–15.
————，1986*c*．カラスアゲハ，その変異の実態を探る III．昆虫と自然 **21** (12)：26–36.

———, 1987*a*. カラスアゲハ，その変異の実態を探る IV. 昆虫と自然 **22** (1): 16–20.
———, 1987*b*. カラスアゲハ，その変異の実態を探る V. 昆虫と自然 **22** (2): 20–24.
———, 1987c. カラスアゲハ，その変異の実態を探る VI. 昆虫と自然 **22** (6): 2–10.

Summary

Hybridization of *Byasa alcinous miyakoensis* Omoto and two other subspecies (*B. a. alcinous* and *B. a. bradanus*) was studied.

All hybrids between *B. a. miyakoensis* and *B. a. bradanus* proved to be fertile, and their developmental process was normal. The adult wings of hybrids were intermediate between *B. a. miyakoensis* and *B. a. bradanus* in color. The color of the body in F_1 hybrids was red as in *B. a. bradanus*. The adults of *B. a. miyakoensis* and *B. a. bradanus* were different in color, but their genetic distance was minute.

All hybrids between *B. a. alcinous* and *B. a. miyakoensis* proved to be fertile. However, the females of F_1 hybrids between *B. a. alcinous* female and *B. a. miyakoensis* male suffered an impediment in their developmental process. Their emergence was considerably delayed compared with males. These females were produced from giant larvae, and subsequently from giant pupae. The adults of hybrids were intermediate between *B. a. alcinous* and *B. a. miyakoensis* in color, and the pupal color was yellowish brown. These results suggest a large genetic distance between *B. a. alcinous* and *B. a. miyakoensis*.

(Accepted June 11, 1997)

Published by the Lepidopterological Society of Japan,
c/o Ogata Building, 2-17, Imabashi 3-chome, Chuo-ku, Osaka, 541 Japan